

# G023クラウチングスタート

1

陸上競技短距離走でのスタートに関して考えてみよう。スタートに関する文章を読み、文章中の①～⑫に当てはまる数値を入れよ。

一般的なスタートは図1のような、スタンディングスタートと呼ばれているものである。このスタートの瞬間の加速度を計算してみよう。

図1 スタンディングスタート

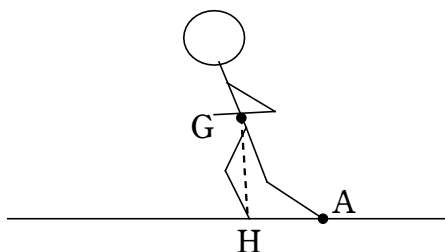


図2

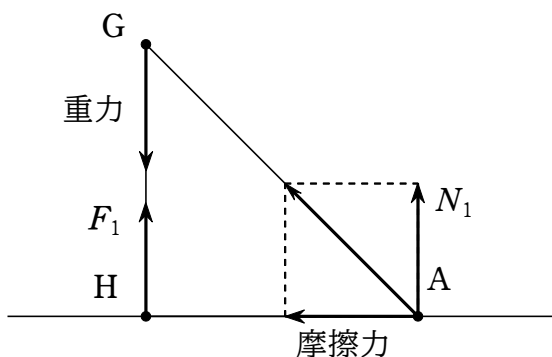


図2は、スタンディングスタート時における人体に働いている力を図示したものである。人体は通常の姿勢のとき、腰の位置に重心がある。すべての力はこの重心に働いているとして考えることにする。スタンディングスタートの瞬間、重心Gの真下Hに前足があり、GHの高さを0.80mとする。このとき、最大加速度を出すための後ろ足の位置Aを計算してみよう。この選手の体重は60kgで、履いているシューズと地面の静摩擦係数を1.0とする。重力加速度の大きさを $10\text{m/s}^2$ とすると、この選手に働いている重力の大きさは①Nである。Hに働く垂直抗力の大きさ $F_1$ 、Aに働く垂直抗力の大きさを $N_1$ とすると、 $F_1 + N_1 =$ ②Nである。

H、Aに働いている抗力の作用線は重心を向いている必要があるので、Hに働く摩擦力の大きさは③Nである。この人がスタート時に最大の加速度を得るにはAに働いている摩擦力を最大にする必要がある。Aに働いている摩擦力の最大値は $N_1$ である。

Aに働いている抗力の作用線上にGがなければならぬので、静摩擦係数から判断して $\angle HAG =$ ④ $^\circ$ となり、 $AH =$ ⑤mとなる。

## G023クラウチングスタート

人の片足が出すことのできる最大の力は、鍛えた人で体重の1.2倍とされている。よって、この人の場合 (6) Nの力が最大値である。抗力が (6) Nなので、Aに (6) Nの力がかったとき、 $\angle HAG =$  (4) °なので、 $\sqrt{2} = 1.4$ とすると、 $N_1 =$  (7) Nとなる。この時のこの人の加速度の大きさは運動方程式を立てることにより、(8)  $m/s^2$ となる。

大きな加速度を必要とするときは図3のようなクラウチングスタートをする。

### クラウチングスタート

図3

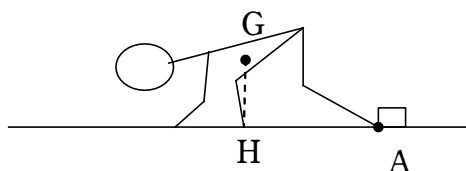


図4

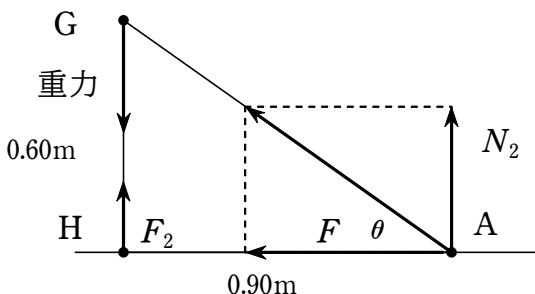


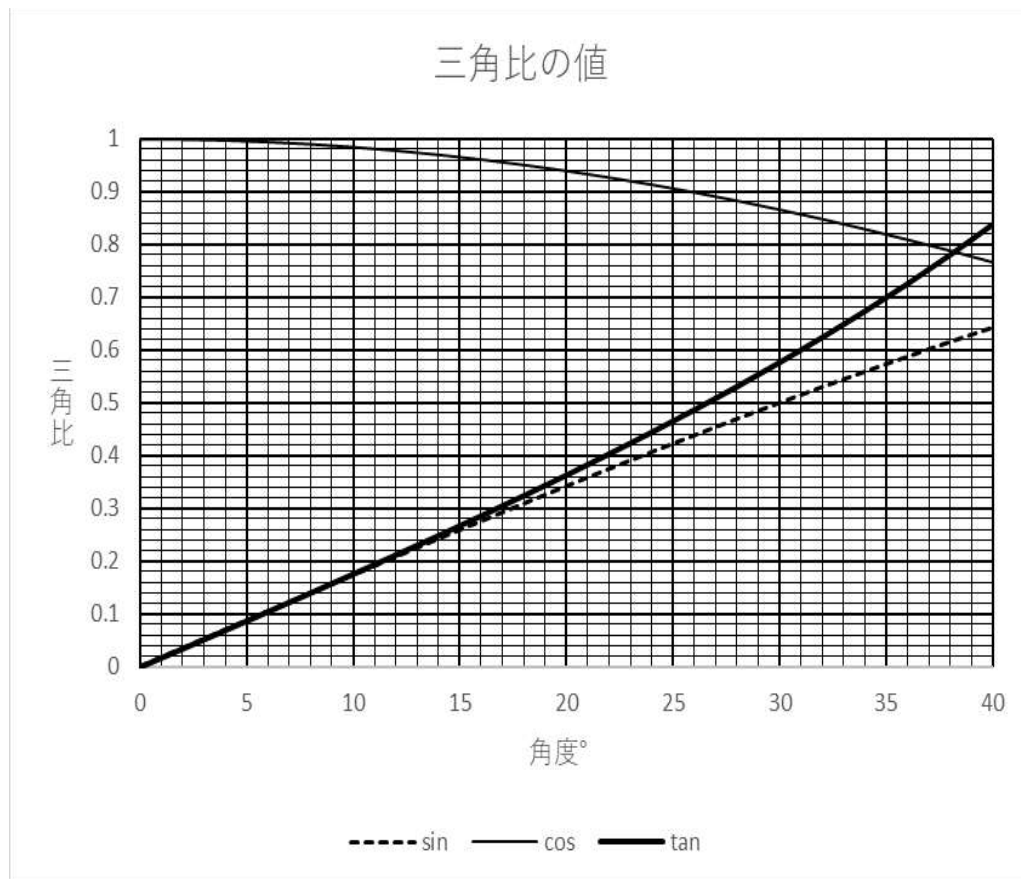
図4はクラウチングスタート時の人体が受ける力を図示したものである。クラウチングスタートの場合、重心の位置Gはみぞおちのあたりとなる。その真下Hの位置に前足があるとし、 $GH = 0.60m$ とする。後ろ足の接地点をAとし、 $AH = 0.90m$ とする。 $\angle GAH = \theta$ とおくと、 $\tan \theta =$  (9) となるので、図5の三角比のグラフより $\theta =$  (10) °となる。この場合、垂直抗力より摩擦力のほうが大きくなる。この状態でスタートすると、後ろ足が滑ってしまう。そのために、クラウチングスタートではスターティングブロックを使うことになる。Hに働いている前足が受ける垂直抗力の大きさを $F_2$ 、Aに働いている後ろ足が受ける垂直抗力の大きさを $N_2$ とする。 $F_2 + N_2 =$  (2) Nである。

この場合スターティングブロックがあるので後ろ足は絶対に滑らない。後ろ足が最大の力(6) Nを出したとき、 $\sin \theta = 0.56$ なので、 $N_2 = 400N$ であり、 $\cos \theta = 0.83$ なので、A点から受ける水平方向の力 $F$ は $F =$  (11) Nとなる。運動方程式よりクラウチングスタート時の加速度の大きさは(12)  $m/s^2$ となり、スタンディングスタートよりクラウチングスタートのほうが加速度が大きいことが分かる。

四つ足動物は、普通に走っているときにクラウチングスタートの形になっている。この場合後ろ足が滑ってしまうので、後ろ足の爪で地面に食い込むようにして滑らないようにしている。さらに、後ろ足二本を同時に使うために加速する力が2倍となる。そのため、四つ足動物は通常でも加速度が大きく、前足との間隔も広いため二本足の人間よりも速く

## G023クラウドニングスタート

走れるのである。山中でクマに出くわしたとき、クマより速く走って、クマから逃げ切ることは不可能である。



## G023クラウチングスタート

---

解説

- ①  $W = mg = 60 \times 10 = 600 \text{ N}$
- ② 重力と釣り合っているので 600N
- ③ 垂直抗力の作用線上に重心があるので、摩擦力は0
- ④ 垂直抗力と最大摩擦力の比が静止摩擦係数でありその値が1.0なので、垂直抗力と摩擦力は等しくなる。よって、 $45^\circ$
- ⑤ 三角形の相似より  $AH = GH$  であり、 $GH = 0.80 \text{ m}$  なので、 $AH = 0.80 \text{ m}$
- ⑥ 重力600Nの1.2倍なので、720N
- ⑦  $N_1 = 720 \sin 45^\circ = 360 \sqrt{2} = 360 \times 1.4 = 500 \text{ N}$
- ⑧  $N_1$  と摩擦力は等しいので、摩擦力 = 500N 運動方程式より  $500 = 60 a$   
 $a = 8.4 \text{ m/s}^2$
- ⑨  $\tan \theta = \frac{GH}{AH} = \frac{0.60}{0.90} = 0.67$
- ⑩ グラフより  $\tan \theta = 0.67$  となる角度は  $34^\circ$
- ⑪  $720 \cos \theta = 720 \times 0.83 = 600 \text{ N}$
- ⑫ 運動方程式より  $600 = 60 a$   $a = 10 \text{ m/s}^2$